Experimentelle Beiträge zur Dampfdesinfektion.

Stanford University Library
DEC
19
1903

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Fakultät zu Königsberg i. Pr.

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt von

Werner Konopka,
Arzt.

Promotion Sonnabend den 13. Dezember 1902, 12 Uhr.

Königsberg i. Pr.
Buch- und Steindruckerei von Otto Kümmel
1902.

Gedruckt mit Genehmigung der
medizinischen Fakultät der Königl. Albertus-Universität
zu Königsberg i. Pr.
Referent: Geh. Medizinalrath Prof. Dr. Garrè.

Meinen Eltern

in

Dankbarkeit.

Vor wenigen Decennien noch waren die Ursachen der Wunderkrankungen unbekannt, auch gab es keine rationelle Wundbehandlung. Selbst bei leichteren Operationen konnte die Prognose nie ohne Weiteres günstig gestellt werden, denn Sepsis, Pyaemie, Hospitalbrand etc. konnten leicht hinzukommen; und sie forderten zahllose Opfer. Eine interessante Illustration für diese traurigen Zustände bietet die Statistik, die Krönlein über den Verlauf der verschiedensten Operationen an der Züricher Chirurgischen Klinik zusammengestellt hat. Sie umfasst die Jahre 1860—1871. Von 1860—1867 war Billroth der Leiter der genannten Klinik. Folgende Zahlen zeigen nur zu deutlich, wie traurig die, bei geschlossener Wundbehandlung erzielten Resultate waren. Die Mortalität betrug für Amputationen und Exarticulationen

am Oberschenkel	86,1 %
„ Unterschenkel	58,3 %
„ Oberarm	55,5 %
Amput. der Mamma	32,0 %

Der zweite Teil der Statistik umfasst die Jahre 1867—1871. In dieser Zeit war Rose Direktor der Klinik. Als Anhänger der offenen Wundbehandlung er-

zielte er etwas bessere Resultate, doch blieben sie noch immer traurig genug. Die Mortalität betrug für Amputationen und Exarticulationen

am Oberschenkel 35,7 %
„ Unterschenkel 18,1 %
„ Oberarm 14,2 %
Amput. der Mamma 13,6 %

Heilungen per primam intentionem waren eine Seltenheit und viele Chirurgen verzichteten von vorneherein auf die Erreichung dieses Zieles.

Auch im Kriege 1870/71 forderten die Wunderkrankungen zahlreiche Opfer. So erzählt G. Fischer von 13 Operirten, bei denen es sich um Oberschenkel- und Oberarmamputationen und um Schulter- und Ellenbogengelenksresectionen handelte, die wenige Tage nach der Operation alle am Pyaemie verstarben. Die Schuld daran wurde teils Kälte, Zugwind und Temperaturschwankungen, teils dem Einflusse schlechter Luft zugeschrieben. Besonders die Luft in Spitälern war es, die den verderblichsten Einfluss haben sollte und die v. Nussbaum direkt für Gift erklärte. Daher legte er die grösseren und complicirteren Operationen aus Humanität nie in die Klinik, sondern in seine Privatanstalten, die infolge von Ventilationsvorrichtungen bessere und gesundere Luft hatten. Allein auch hier hatte er mehrere Fälle von Pyaemie zu beklagen, wenn auch nicht in der Zahl, wie in der Klinik.

Da trat in der Mitte der 60er Jahre der englische Chirurg Joseph Lister mit einer neuen Art der Wundbehandlung auf, die dazu berufen schien, eine

völlige Umwälzung in der Chirurgie herbeizuführen. Es begann die Aera der Antiseptik.

Die Aufmerksamkeit Listers war durch einen Bericht angeregt worden, der auf die eigentümliche Wirkung der Carbolsäure hinwies, die man auf den Rieselfeldern der Stadt Carlisle kennen gelernt hatte. Durch die Anwendung der Carbolsäure war nämlich der Geruch von den Feldern verbannt und die „Eingeweidewürmer" vernichtet worden. Ein so mächtiges fäulnisswidriges Mittel hielt Lister nun sehr geeignet dafür, um auch die Fäulniss der Wunden, die ebenso gefürchtet war, als sie unüberwindlich schien, zu bekämpfen.

Welches waren aber nun die Ursachen der Fäulniss? Die Chirurgie konnte auf diese Frage keine Antwort geben und aus der organischen Chemie musste sie sich Aufklärung holen.

Ueber die Ursachen der Fäulniss herrschten zwei Ansichten, die, von Liebig und Pasteur ausgesprochen, sich schroff gegenüber standen. Während Liebig die chemische Wirkung eines toten Fermentes für das Wesentliche hielt, basirte die Theorie Pasteurs auf der Lebensthätigkeit niederster Organismen. „Gährung und Fäulniss sind das Resultat der Wucherung bestimmter niederster, nur mit dem Mikroskop wahrnehmbarer Vegetationsformen, deren Keime auch in vollkommner Austrocknung ihre Keim- und Lebensfähigkeit behalten. Was für die Gährung die längstbekannten Hefenpilze, das leisten für die Fäulniss die Bakterien, und letztere gerade sind es, welche, in der Luft zu

Milliarden schwebend, auf die der Fäulniss fähigen Körper hinabfallen und den Zersetzungsprocess in denselben erregen.“

Zur Zeit als Lister mit seiner antiseptischen Wundbehandlung auftrat, herrschte in Deutschland überwiegend die Ansicht Liebigs. Lister dagegen schloss sich der vitalen Theorie Pasteurs an und seine Erfolge zeigten bald, dass er sich auf dem richtigen Wege befand. Im grossen Ganzen aber war Lister durchaus Praktiker, der von der Richtigkeit der Pasteur'schen Lehre für seine Person zwar fest überzeugt war, der aber mit Andersgläubigen über diese Theorie nicht disputiren wollte. In einer 1871 gehaltenen Rede sagt er: „Ich fordere nicht die Annahme, dass die septischen Partikelchen Organismen seien. Dass dieselben sich weiter entwickeln wie lebende Wesen und dass ihre Thätigkeit vernichtet wird genau durch dieselben Agentien, welche Vitalität vernichten, beispielsweise Hitze und die verschiedenen chemischen Substanzen, welche ich erwähnt habe, dies steht fest und ist von der höchsten Bedeutung. Aber wenn Jemand trotz dieser Thatsachen, trotz der auffallenden Analogie mit der Hefe und den verschiedenen Pilzformen, welche wir als Schimmel bezeichnen, es vorzieht zu glauben, dass die septischen Partikelchen nicht lebende sind, wenn er die unter allen Umständen in faulem Eiter oder abgestorbenen Massen anwesenden Vibrionen als bloss zufällige Begleiter der Fäulniss, oder als Resultat und nicht als die Ursache dieser Veränderungen auffasst, dann wünsche ich, als praktischer Chirurg, nicht mit ihm darüber zu streiten.“

Der Zweck der Lister'schen Behandlung war der, durch die Anwendung der Carbolsäure, die ein mächtiges Antiseptikum war, die bereits in die Wunde eingedrungenen fäulnisserregenden Keime abzutöten und ein weiteres Eindringen in dieselbe zu verhindern. Die Wunden wurden daher mit Carbolwasser überrieselt und um das Eindringen septischer Keime aus der Luft zu verhindern, ein Carbolwasserspray über das ganze Operationsgebiet gesprengt. Den Wundsekreten wurde durch Drainage bequemer Abfluss geschaffen und der Verbandwechsel unter den Kautelen der Antiseptik vorgenommen. Die Erfolge, die Lister mit seinem antiseptischen Verfahren erzielte, waren im Vergleich zu denen der vorantiseptischen Zeit geradezu glänzende zu nennen, wenn sie auch nach den heutigen Anforderungen der Chirurgie noch ziemlich viel zu wünschen übrig liessen.

Das neue Lister'sche Verfahren wurde aber zunächst nicht als ein bedeutsamer Fortschritt begrüsst, sondern der grösste Teil der Chirurgen stand ihm skeptisch gegenüber. Noch im Jahre 1872 war in Deutschland, Holland, Belgien und in England selbst das alte vorantiseptische Verfahren das dominirende und erst ganz allmählich brach sich die antiseptische Wundbehandlung Bahn.

Als sie sich aber erst eingebürgert hatte, wurde sie ebenso übertrieben gepriesen, als man sie früher angezweifelt hatte. In seiner 1887 erschienenen „Antiseptischen Wundbehandlung" kann v. Nussbaum nicht genug Worte des Lobes finden, und Danzel in Hamburg geht in seiner antiseptischen Begeisterung so weit, dass

er sich den kühnen Ausspruch leistet: „Wer mit der antiseptischen Methode keine Freude hat, der ist kein braver Mann.“

So sehr auch einerseits das neue Verfahren gepriesen und überschwenglich gefeiert wurde, so wenig konnte man sich andererseits auf die Dauer den Mängeln und Gefahren verschliessen, welche die Anwendung der Antiseptika, deren Zahl überaus gross geworden war, mit sich brachte. Erstens ergaben die bakteriologischen Untersuchungen, dass die Carbol-, Sublimat- und Jodoformgaze nicht keimfrei, sondern keimhaltig waren, zweitens aber irritirten sie die Wunden stark und riefen in manchen Fällen sogar Vergiftungserscheinungen hervor.

Es mussten also Mittel und Wege gefunden werden, um diese Uebelstände zu beseitigen.

Der erste, der dieses versuchte und eine neue Richtung einschlug, war Neuber. Seine Idee war die, durch vollständiges Fernhalten der Bakterien von der Wunde, die Anwendung der Antiseptika entbehrlich zu machen, also die Wunden aseptisch zu behandeln.

In seiner eben erwähnten Arbeit geht v. Nussbaum kurz auf die Neuber'schen Ideen ein und meint, dass sie theoretisch von grösstem Interesse seien, glaubt aber nicht, dass in der Praxis jemals die Aseptik, wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten, eine Rolle spielen würde.

Um aber diese seine Idee in die Praxis übersetzen zu können, glaubte Neuber ganz besondere, nach seinen Angaben gebaute Hospitäler errichten zu müssen. „Wenn man bedenkt, dass die Infektionsstoffe überall massen-

haft auftreten, dass sie unter gewöhnlichen Verhältnissen für unsere Sinne garnicht wahrnehmbar sind — so wird es einleuchtend sein, dass es grosse Schwierigkeiten bereitet, diese Stoffe aus den Operationsräumen, von dem Inventar, dem Patienten und Personal, kurz von all denjenigen Menschen und Gegenständen, welche während der Operation mit der Wunde in Berührung kommen, fernzuhalten. — Dazu gehören ganz besondere Einrichtungen, welche bis jetzt in keinem Hospital vorhanden sind. Zu dieser Ueberzeugung war ich nach vielen Arbeiten auf dem Gebiet der Wundbehandlung schliesslich gelangt und stand nun vor der Alternative, entweder von der weiteren Durchführung meiner auf die Verbesserung der Wundbehandlung gerichteten Pläne abzustehen, oder ein Hospital zu errichten, welches alle für meine Zwecke erforderlichen Bedingungen erfüllte." Er wählte den letzteren Weg und baute nach seinen Angaben ein Hospital. In diesem befanden sich fünf getrennte Operationssäle. Der eine Saal war für Operationen in akut entzündeten Geweben bestimmt, der zweite für solche in chronisch entzündeten, im dritten wurden frische Verletzungen behandelt, der vierte war für unblutige Operationen, wie Dehnungen, Brisements, Osteoklasen, bestimmt, der fünfte endlich für Untersuchungen bei Erkrankungen des Darmes und des Urogenitalapparates. Jedes dieser Zimmer hatte sein eigenes Inventar, Instrumentarium etc. Die Aerzte mussten beim Gehen aus dem einen dieser Zimmer ins andere die Kleidung wechseln. Vor dem Betreten des Operationssaales musste das Personal sich gründlich reinigen und wurde dann

mit Sublimat besprengt, kurz, es waren alle nur erdenklichen Vorsichtsmassregeln getroffen.

So sehr Neuber aber auch von den Vorzügen seines neuen Verfahrens überzeugt war, so wandte er es anfangs doch nicht ausnahmslos an, sondern nur bei kleineren Operationen, während er bei schwereren der antiseptischen Methode treu blieb, freilich mit möglichster Einschränkung der Antiseptika.

So anerkennenswert und segensreich auch die Anregung war, die Neuber gab, so konnte er selbst, der nicht auf dem Grunde der neueren Bakteriologie baute, doch nicht diesen seinen Gedanken erfolgreich weiter entwickeln. Anderen blieb es vorbehalten, die Aseptik zu dem zu machen, was sie heute ist.

Der erste, der die Methode der Aseptik und ihre glänzenden Erfolge demonstrierte, war v. Bergmann und zwar auf dem X. internationalen medizinischen Congress zu Berlin im Jahre 1890. Ausser Instrumenten, Sterilisatoren und ganzen Einrichtungen von Operationssälen nach den Anforderungen der Aseptik, demonstrirte v. Bergmann eine Anzahl von Patientinnen, bei denen 8 Tage vorher die ganze Brustdrüse, sowie die inficirten Drüsen der Achselhöhle wegen Carcinom unter den Kautelen der Aseptik entfernt worden waren. Bei sämtlichen zeigte sich nach Abnahme des Verbandes eine Heilung per primam intentionem. Die Wunden waren während der ganzen Zeit mit keinem Antiseptikum in Berührung gekommen, sondern nur das Blut war mit sterilen Gazeläppchen abgetupft worden. Die Verbände bestanden lediglich aus sterilisirten Gaze- und Mullstoffen.

Ebenso wurden andere nach der aseptischen Methode operirte Patienten vorgestellt, bei denen es sich um eine Resection des Kniegelenks und eine Osteotomie des Femur und der Tibia handelte. Auch hier waren die Erfolge ganz vorzügliche. Die aseptische Wundbehandlung hatte sich also vortrefflich bewährt.

Aber auch hier dauerte es lange, bis sie anerkannt und allgemein geübt wurde. Wie früher viele Chirurgen sich der Antiseptik gegenüber ablehnend verhalten hatten, so thaten sie es später auch gegenüber der Aseptik. Keine neue Wahrheit, und sei sie noch so gross und überzeugend, wird mit einem Schlage Bestehendes verdrängen, sondern in zähem und hartnäckigem Kampfe muss sie Schritt um Schritt das Terrain erobern.

Eine wesentliche Forderung der Aseptik war der Gebrauch völlig sterilen Verbandmaterials. Denn was sollte die peinlichste Sauberkeit beim Operiren, was das sorgfältigste Desinficiren der Instrumente und Hände nützen, wenn durch nicht keimfreies Verbandmaterial der ganze Erfolg in Frage gestellt wurde.

Die Behandlung des Verbandmaterials mit chemisch wirksamen Substanzen hatte sich allmählich als unzureichend herausgestellt. Die Frage war nun, was man an Stelle derselben setzen sollte.

Auch hier war die Chirurgie auf die Hülfe einer anderen Wissenschaft angewiesen, sie machte sich die Erfolge der Hygiene und Bakteriologie zu Nutze. Robert Kochs Verdienst ist es, die pathogenen Mikroorganismen nicht nur erkannt und in Reinkulturen dargestellt, sondern auch die Wege zu ihrer Vernichtung

gezeigt zu haben. Im strömenden 100grädigen Dampf fand er ein souveränes Mittel, um alle Keime organischen Lebens in kurzer Zeit sicher abzutöten.

Die Entwicklungsgeschichte der Sterilisation im Dienste der Hygiene ist eine ziemlich langwierige gewesen. Man benutzte anfangs die Wirkung der trockenen Hitze, ein Verfahren, das in Frankreich aufgekommen war und sich auch in Deutschland einzubürgern drohte, galt doch die Heissluftdesinfektionsanlage des Lazareths zu Moabit als mustergültig und wäre fast das allgemeine Vorbild geworden. Da erhielt Koch die Erlaubniss, die genannten Desinfektionskammern auf ihre Brauchbarkeit hin zu prüfen. Zum ersten male wurden dabei die von ihm dargestellten Reinkulturen verschiedener Bakterien benutzt. Der Erfolg war der, dass die sporenfreien Proben allerdings vernichtet wurden, die sporenhaltigen dagegen üppiges Wachstum zeigten. Um aber auch diese zu töten bedurfte es einer mehrstündigen Einwirkung einer Temperatur von 140°. Jetzt waren alle Keime organischen Lebens sicher getötet, aber die Desinfektionsobjekte waren auch vollständig verdorben. Nun benutzte Koch zum ersten mal den Dampf zur Desinfektion, aber nicht gleich den ungespannten strömenden Dampf von 100°, sondern solchen von über 100°, in der Annahme, dass unter höherem Druck stehende Wasserdämpfe schneller und tiefer auch in Objekte von grösseren Dimensionen eindringen würden. Die Erfolge, die Koch mit diesem Verfahren erzielte, entsprachen aber nicht seinen Erwartungen, und nun benutzte er den ungespannten, strömenden 100grädigen Dampf. Die

Resultate, die er dabei erhielt, waren vorzügliche. Sporen der verschiedensten Bakterien, zu deren Abtötung man bei der Desinfektion mit trockener Hitze einer stundenlangen Einwirkung sehr hoher Temperaturen bedurfte, wurden in wenigen Minuten sicher vernichtet, während die Desinfektionsobjekte völlig intakt blieben.

Diese Erfahrungen machte sich die Chirurgie zu Nutze. Sie gab die Desinfektion mit chemischen Agentien auf und wandte sich physikalischen Mitteln zu, sie führte den Wasserdampf in die Desinfektionspraxis ein.

Ueber die Principien aber, die bei der Construction von Sterilisatoren massgebend sein sollten, liess sich keine Einigung erzielen, und auch heute noch stehen sich die Anschauungen in vielen wichtigen Punkten schroff gegenüber.

Zunächst ist es die Einströmungsrichtung des Dampfes in den Apparat, die vielfach diskutirt wird. Soll der Dampf von oben oder von unten her einströmen und was ist zweckmässiger?

Frosch und Clarenbach kommen in ihrer Arbeit „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes im Desinfektionsapparat“ zum Resultat, dass die Strömungsrichtung von oben nach unten der umgekehrten vorzuziehen sei, denn einmal sei die Eindringungsdauer eine kürzere, und dann falle die Luft, als das specifisch schwerere Medium, leichter aus. Ganz derselben Ansicht ist Teuscher. In mehreren von ihm angestellten Versuchen klingelt das in den Apparat gebrachte Contactthermometer bei Einströmen des Dampfes von oben im Durchschnitt 5 Minuten früher, als im umgekehrten Fall. Es besteht die

Vorstellung, dass der von oben kommende Dampf, wie der Stempel in einem Cylinder die Luft austreibe. Das ist aber, wie schon Vogel sagt, eine falsche Anschauung, denn, ob auch der Dampf von oben her in den Apparat strömen mag, es wird immer ein gewisses Durcheinandermengen von Luft und Dampf stattfinden und der Procentgehalt der Luft in einem solchen Luftdampfgemisch ist das Ausschlaggebende in der Beantwortung der vorliegenden Frage. Rubner hat zuerst über die Wirksamkeit des mit Luft gemischten Dampfes experimentirt und kommt zu dem Resultat, dass die desinficirende Wirkung des Dampfes mit steigendem Luftgehalt abnimmt. Milzbrandsporen, die bei vollgesättigtem 100 grädigem Dampf in 3 Minuten tot waren, waren es bei einem Luftgehalt von 20 % erst nach 10 Minuten, bei einem solchen von 37 % nicht einmal nach 30 Minuten.

Der erste, der zusammenhängende vergleichende Versuche über den Luftgehalt des von oben und von unten einströmenden Dampfes gemacht hat, ist Braatz. Er kommt dabei zu dem Resultat, dass die Strömungsrichtung des Dampfes nicht nur nicht gleichgültig sei, sondern dass dem von unten her einströmenden Dampfe sogar noch der Vorzug gebühre.

Bei der Bedeutung, welche diese Ergebnisse für die praktische Sterilisirung haben, waren Nachprüfungen wünschenswert und so habe ich jene Versuche vielfach nachgeprüft und bin im allgemeinen zum selben Resultat gekommen. Die einzelnen Zahlen sind freilich etwas abweichend, doch lässt sich bei derartigen Experimenten eine völlig genaue Uebereinstimmung wohl kaum er-

warten. Ich benutzte zu meinen Versuchen den einfachen Koch'schen Dampftopf, bei dem der Dampf bekanntlich von unten einströmt, und als Gegenstück den Lautenschläger'schen Sterilisator (30 : 20 cm. gross), der als solcher einen grossen Ruf geniesst und vielfach zur Verwendung kommt. Um jederzeit Dampfproben bei geschlossenem Deckel entnehmen zu können, benutzte ich den von Braatz angegebenen Glasballon und die dazu gehörigen anderen Vorrichtungen, deren er sich zur procentualischen Bestimmung des Luftgehaltes des Dampfes bedient hatte.

Der längliche Glasballon hat einen Rauminhalt von genau 100 ccm., seine beiden Enden sind röhrenförmig ausgezogen. Am jedem derselben ist ein Stück Duritschlauch fest und ganz enganliegend angebracht. Um diesen Schlauch im erforderlichen Moment abklemmen zu können, benutzte ich zwei lange Metallröhren, deren eines Ende rahmenförmig erweitert für die Aufnahme des Schlauches bestimmt ist, und an deren anderem Ende sich eine Schraube befindet, durch deren Drehung der Rahmen und damit auch der durch ihn hindurchgesteckte Duritschlauch zusammengepresst wird. Soll nun eine Dampfprobe entnommen werden, so wird der Glasballon an einem Stück Draht, das durch einen Kork in der Oeffnung des Deckels gesteckt wird, aufgehängt, gleichzeitig werden die Metallröhrchen, die bequem durch Korke zu stecken sind, durch zwei andere entsprechende Oeffnungen des Deckels gesteckt, wobei der Duritschlauch durch die Rahmen gezogen ist. Der Deckel wird nun geschlossen und der Apparat in

Funktion gesetzt. Der Dampf strömt nun bequem durch den Ballon hindurch. Die Zeit, welche der Ballon im Dampf bleiben soll, wird von dem Moment an gerechnet, wo das im Deckel befindliche Thermometer 100 ° anzeigt. Ist nun die bestimmte Frist verstrichen, so werden durch Drehen der Schrauben die beiden Schläuche abgeklemmt und der Ballon, der nun die auf ihren Luftgehalt zu bestimmende Dampfprobe enthält, herausgenommen. Durch Schraubenquetschhähne werden die Schläuche nun nochmals zusammengepresst und die beiden Röhrchen abgenommen. — Nun wird eine Glasmessröhre, die ebenfalls genau 100 ccm. fasst und graduirt ist, über einem Eimer mit Wasser vollgesogen. Der Glasballon wird in das Wasser mit dem einen Schlauch unter die Messröhre gebracht, die Quetschhähne werden losgedreht und die im Ballon enthaltene Luft steigt in Form von Blasen in die Höhe und sammelt sich oben in der Röhre an, indem sie das Wasser verdrängt. Die Procentzahl kann nun an den Teilstrichen bequem abgelesen werden.

Die Zahlen, die ich als Resultate meiner Versuche anführen will, sind stets der Durchschnitt, der aus mehreren Experimenten gewonnen wurde.

Im Koch'schen Dampftopf erhielt ich

nach	5	Minuten	5,3 % Luft
„	10	„	3.8 % „
„	20	„	2,8 % „
„	30	„	2,6 % „

Im Lautenschläger'schen Apparat erhielt ich folgende Zahlen:

nach	5	Minuten	7,6 %	Luft
„	10	„	6,8 %	„
„	20	„	4,6 %	„
„	30	„	3,2 %	„

Das Resultat ist also, wie aus den vorstehenden Zahlen hervorgeht, für den von oben her einströmenden Dampf ein ungünstiges.

Als Heizquelle für den Lautenschläger'schen Apparat benutzte ich einen besonders für ihn gelieferten Brenner. Als Heizquelle für den Koch'schen Dampftopf nahm ich einen dreiröhrigen Bunsenbrenner.

Um nun auch den Einfluss der Grösse der Heizquelle zu untersuchen, machte ich mit dem Koch'schen Topf noch einmal genau dieselben Versuche, nur benutzte ich anstatt des dreiröhrigen einen einröhrigen Bunsenbrenner. Das Resultat war doch ein etwas anderes. Ich erhielt folgende Zahlen:

nach	5	Minuten	6,8 %	Luft
„	10	„	5,8 %	„
„	20	„	3,4 %	„
„	30	„	2,8 %	„

Der Einfluss der angewandten Flammenzahl auf den Luftgehalt des Dampfes ist also klar. Je mehr Flammen, desto schneller strömt der Dampf und desto schneller sinkt der Luftgehalt desselben. Bemerkenswert aber ist es, dass der nur mit einer so schwachen Flamme, wie sie ein einröhriger Bunsenbrenner hat, geheizte Koch'sche Dampftopf, in Bezug auf Dampfreinheit doch noch ein

besseres Ergebniss lieferte, als der Lautenschläger'sche Apparat mit seinem extra für ihn gelieferten etwa zweimal so starken Brenner.

Eine weitere, für die Praxis überaus wichtige Frage, ist die der Vorwärmung. Sollen die Verbandstoffe, ehe sie in den strömenden Dampf kommen, vorgewärmt werden, oder nicht?

In seiner „Aseptischen Wundbehandlung" stellt Schimmelbusch an einen brauchbaren Desinfektionsapparat vier Forderungen: 1) Die Vorwärmung der Desinfektionsobjekte, 2) Das Einströmen des Dampfes von oben her in den Apparat, 3) Das Vorhandensein eines geringen Ueberdruckes und 4) Eine Trockenvorrichtung für die Verbandstoffe nach beendeter Desinfektion. Auf pag. 88 desselben Werkes heisst es dann weiter „Das Vorwärmen und das nachträgliche Trocknen der Sterilisationsobjekte sind wichtig, um die Durchnässung zu beseitigen, resp. zu verhindern." Die Höhe der Vorwärmung wurde dabei aber nicht erwähnt.

In seinem, ein Jahr später erschienenen Buche „Grundlagen der Aseptik", äussert Braatz schon in folgender Weise seine Meinung über das Vorwärmen: „Das immer wiederkehrende Betonen der Notwendigkeit von Vorwärmen und Nachwärmen könnte bei Manchem die Meinung hervorrufen, als seien solche Einrichtungen etwas besonders Vollkommenes für die Zuverlässigkeit der Sterilisation. Und doch verhält sich die Sache umgekehrt: gerade der nassere Dampf ist der wirksamere und der trockene der unwirksamere. Solche Vorrichtungen verteuern nur bedeutend den Apparat und

schaden desto mehr, je vollkommener sie ihrem Zweck entsprechen, d. h. sie setzen die Desinfektionskraft des Dampfes herab.“

Da erschien im Jahre 1898 eine Arbeit von Rubner, die von grundlegender Bedeutung für die Theorie der Dampfdesinfektion war und ein neues, interessantes Licht auf die Frage der Vorwärmung warf.

Rubner wärmte Watte auf 88 ° vor und brachte sie dann in strömenden 100 grädigen Dampf. Dabei zeigte sich das höchst bemerkenswerte Resultat, dass die Temperatur in der vorgewärmten Watte auf 134 ° stieg. Es konnte sich dabei nur um überhitzten Dampf handeln, denn gesättigter Dampf kann, wie Rubner selbst bemerkt, erst bei einem Druck von drei Atmosphären eine derartige Temperatur erzielen. Nach diesen Versuchen mussten also alle die Apparate, die mit Vorwärmung der Verbandstoffen arbeiteten, überhitzten Dampf ergeben.

Wie verhält sich nun aber der überhitzte Dampf einer zuverlässigen Desinfektion gegenüber?

E. v. Esmarch war der erste, der diese Frage näher trat und sie auf Grund zahlreicher Versuche beantwortete. Er kam zu dem Ergebniss, dass Milzbrandsporen, die im strömenden 100 grädigen Dampf nach 5 Minuten umkamen, im überhitzten Dampf von 110 ° noch nach 30 Minuten, von 120 ° noch nach 20 Minuten und von 150 ° noch nach 10 Minuten am Leben waren. Rubner hat dieselben Versuche angestellt und kommt zu ähnlichen Resultaten und auch meine diesbezüglichen Versuche zeigen, wie die oben genannten, die Minder-

wertigkeit des überhitzten gegenüber dem gesättigten 100 grädigen Dampf.

Der erste, der die interessanten Rubner'schen Versuche nachprüfte war Braatz. Er kam zu ganz ähnlichen Resultaten.

Ich habe selbst auch eine grosse Zahl von derartigen Versuchen gemacht, von denen ich einige genauer mitteilen will.

Die von mir benutzten Apparate waren dieselben, deren sich Braatz bei seinen Versuchen bedient hatte.

Die Versuchsanordnung war folgende:

Als Dampfquelle figurirte ein viereckiges Blechgefäss, in welches drei bis vier Liter Wasser gethan wurden, die ich durch einen dreiröhrigen Bunsenbrenner zum Sieden brachte. Der Dampf strömte durch den oben an einem Tubus des Gefässes befestigten Schlauch, dessen freies Ende mit dem Tubus des Luftraumes verbunden wurde, in diesen hinein. Als solchen benutzte ich einen doppelwandigen, kupfernen Trockenschrank. Die Doppelwand wird von dem mit dem Schlauch verbundenen erwähnten Tubus durchsetzt. Oben ragt ein Thermometer frei in den Luftraum. Als Versuchsobjekt dienten jedesmal 10 gr. Verbandgaze. Dieselbe wurde zusammengerollt und mit einem schmalen Streifen Gaze zusammengebunden. An dem einen Ende dieser Gazerolle wurde nun eine Oeffnung praeformirt, in welche das zweite, die Doppelwand des Trockenschrankes durchsetzende Thermometer, leicht eingeführt werden konnte. Darunter befand sich eine Siebplatte aus Asbestpappe. Zum Zwecke der Vorwärmung wurde nun die Thür des Apparates

geschlossen und ein einröhriger Bunsenbrenner darunter gestellt. Dabei achtete ich stets darauf, dass die Temperatur im Luftraum 100 ° nicht überschritt. Das liess sich einfach dadurch erreichen, dass ich den Brenner fortnahm, sobald das frei in den Luftraum hineinragende Thermometer etwa 95 ° zeigte, und ihn wieder unterstellte, sobald die Temperatur um einige Grade gesunken war. Hatte nun die Temperatur in der Gaze die gewünschte Höhe erreicht, so wurde der Brenner fortgenommen, der Dampfschlauch — das Wasser im Blechgefäss war bereits vorher zum Sieden gebracht worden — mit dem Luftraum verbunden und der Dampf strömte nun frei in denselben hinein. Seine Wirkung auf die vorgewärmte Gaze war eine momentane, das Thermometer in derselben stieg sofort, wie aus den unten ausgeführten Beispielen ersichtlich ist.

I.

Versuche vom 10. VII. 03. Zimmertemperatur 19 °. Barometerstand 753,3.

Zeit St.	Zeit M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
10	58	—	70°	—
10	59	—	80°	—
11	00	—	83°	60°
11	01	60°	90°	62°
10	02	65°	93°	64°
11	03	71°	97°	65°
11	10	90°	91°	67°
11	11	95°	95°	68°
11	12	100°	97°	70°

Der Dampfschlauch wird verbunden.

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
11	12,5	100°	98°	90°
11	13	„	100°	100°
11	14	„	„	102°
11	15	„	„	104°
11	16	„	„	105°
11	17	„	„	106°
11	18	„	„	106°
11	19	„	„	$106\frac{1}{2}$°
11	20	„	„	$106\frac{1}{2}$°
11	21	„	„	$106\frac{1}{4}$°
11	23	„	„	105°
11	24	„	„	$103\frac{1}{2}$°
11	25	„	„	$102\frac{1}{2}$°
11	26	„	„	102°
11	27	„	„	101°
11	30	„	„	100°
11	40	„	„	„

Der Versuch wird abgebrochen.

Die Gaze hatte also 13 Minuten lang eine Temperatur von über 100°, davon 7 Minuten eine solche von 105° und darüber.

II.

Versuch vom 9. VII. 02. Zimmertemperatur 21°. Barometerstand 755,0.

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
4	43	—	70°	—
4	44	—	75°	53°
4	45	—	85°	58°

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
4	46	80°	90°	62°
4	47	90°	96°	65°
4	52	88°	93°	68°
4	55	86°	86°	69°
4	57	87°	90°	73°
4	58	92°	94°	75°
5	00	100°	96°	77°
5	01	"	98°	80°
		Der Dampfschlauch wird verbunden.		
5	02	100°	100°	90°
5	02,5	"	"	98°
5	03	"	"	101°
5	04	"	"	105°
5	05	"	"	107°
5	06	"	"	108°
5	07	"	"	$108^1/_2{}^0$
5	08	"	"	108°
5	09	"	"	107°
5	10	"	"	106°
5	11	"	"	$103^1/_2{}^0$
5	12	"	"	$102^1/_2{}^0$
5	13	"	"	102°
5	16	"	"	$100^1/_4{}^0$
5	17	"	"	100°
5	27	"	"	"

Der Versuch wird abgebrochen.

Die Temperatur in der Gaze betrug mithin 13 Minuten über 100°, davon 5 Minuten 105° und darüber.

III.

Versuch vom 11. VII. 02. Zimmertemperatur 21°.
Barometerstand 752,8.

Zeit St.	Zeit M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
9	55	—	70°	–
9	58	—	85°	60°
10	00	—	95°	65°
11	10	—	92°	66°
10	17	—	96°	75°
10	21	—	92°	80°
10	25	87°	97°	87°
10	26	92°	99°	88°
10	27	100°	100°	90°
		Der Dampfschlauch wird verbunden.		
10	27,5	100°	100°	95°
10	28	„	„	103°
10	28,5	„	„	110°
10	29	„	„	113°
10	30	„	„	115°
10	31	„	„	116°
10	33	„	„	116°
10	35	„	„	$115^1/_2{}^0$
10	37	„	„	114°
10	38	„	„	113°
10	40	„	„	111°
10	41	„	„	106°
10	42	„	„	104°
10	43	„	„	102°
10	44	„	„	101°

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
10	45	100°	100°	100°
10	55	"	"	"

Der Versuch wird abgebrochen.

Die Gaze hatte also 12 Minuten lang eine Temperatur von 110° und darüber, 5 Minuten eine solche von 115°—116°.

IV.

Versuch vom 9. VII. 02. Zimmertemperatur 22°. Barometerstand 755,0.

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
9	51	—	70°	—
9	52	—	77°	56°
9	53	—	83°	60°
9	55	—	95°	64°
10	05	—	93°	66°
10	07	—	96°	70°
10	17	—	90°	80°
10	20	—	96°	89°
10	27	85°	91°	92°
10	30	90°	92°	93°
10	31	95°	96°	94°
10	33	100°	99°	100°
		Der Dampfschlauch wird verbunden.		
10	35	100°	100°	105°
10	35,5	"	"	110°
10	36	"	"	115°
10	36,5	"	"	120°

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
10	37	100°	100°	122°
10	38	„	„	124½°
10	39	„	„	124½°
10	40	„	„	123½°
10	42	„	„	121°
10	44	„	„	117°
10	45	„	„	115°
10	47	„	„	111°
10	48	„	„	105½°
10	50	„	„	100°
11	00	„	„	„

Der Versuch wird abgebrochen.

Die Gaze hatte ca. 12 Minuten lang eine Temperatur von über 110°, davon 6 Minuten eine solche von über 120°.

V.

Versuch vom 21. VII. 02. Zimmertemperatur 24°. Barometerstand 759,0.

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
3	40	—	75°	—
3	45	—	95°	65°
3	55	—	92°	74°
3	57	—	94°	80°
4	00	—	97°	87°
4	02	—	95°	88°
4	05	—	92°	90°
4	12	—	98°	97°

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
4	15	—	97°	101°
4	20	—	95°	103°
4	23	100°	98°	106°
4	24	„	99°	108°
4	25	„	100°	110°
		Der Dampfschlauch wird verbunden.		
4	25,5	100°	100°	120°
4	26	„	„	125°
4	27	„	„	129°
4	28	„	„	128°
4	30	„	„	123°
4	31	„	„	114°
4	32	„	„	105°
4	33	„	„	104°
4	34	„	„	103°
4	35	„	„	102°
4	36	„	„	101½°
4	37	„	„	101°
4	38	„	„	100½°
4	40	„	„	100°
4	50	„	„	„

Der Versuch wird abgebrochen.

In diesem Versuch betrug die Temperatur in der Gaze 13 Minuten lang über 100°, davon 5½ Minuten über 123°.

VI.

Versuch vom 26. VII. 02. Zimmertemperatur 23°. Barometerstand 762,5.

Zeit St.	Zeit M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
3	20	—	70°	—
3	40	—	96°	—
3	55	—	97°	100°
4	10	—	93°	108°
4	15	—	97°	110°
4	30	—	92°	115°
4	35	—	95°	116°
4	40	-	96°	117°
4	50	100°	98°	118°
4	57	„	100°	119°
		Der Dampfschlauch wird verbunden.		
4	58	100°	100°	125°
4	59	„	„	132°
5	00	„	„	133°
5	01	„	„	133°
5	02	„	„	130°
5	03	„	„	128°
5	05	„	„	126°
5	07	„	„	122°
5	08	„	„	120°
5	09	„	„	119°
5	10	„	„	117°
5	12	„	„	113°
5	14	„	„	110°
5	15	„	„	108°

Zeit St.	M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
5	16	100°	100°	105°
5	20	"	"	100°
5	30	"	"	"

Der Versuch wird abgebrochen.

In diesem Fall betrug also die Temperatur in der Gaze 16 Minuten lang 110° und darüber, davon 10 Minuten über 120° und 4 Minuten gar über 130°.

Der Einfluss des Vorwärmens geht aus diesen Versuchen ohne Weiteres hervor. In seiner schon citirten Arbeit vom Jahre 1901 sagt Braatz „Bisher glaubte man, dass man den Dampf nur dadurch überhitzen könne, dass man höher temperirte Heizgase um ihn herumleitet. Seit Rubners Versuchen wissen wir, und meine eben angeführten bestätigen das in vollem Maasse, dass das garnicht nötig ist. Jetzt wissen wir, dass schon das blosse Vorwärmen der Verbandstoffe hinreicht, um trotz des Einströmens gesättigten Dampfes von 100° eine starke Ueberhitzung des Verbandmaterials herbeizuführen und so einen schlecht und unsicher sterilisirenden Dampf zu erzeugen." Das Vorwärmen der Verbandstoffe ist also zu verwerfen und Apparate, die Einrichtungen für Vorwärmer besitzen, sind unzuverlässig. Das würde auch den vielbenutzten Lautenschlägerschen Sterilisator betreffen, der in diesem Rufe steht.

Da machte Borchardt in einer Schrift „Die Desinfektion unserer Verbandstoffe" den Vorschlag, die Verbandstoffe nur auf 50° vorzuwärmen, da eine Ueberhitzung des Dampfes bei einer Vorwärmung von 50°

und 60° nicht eintrete, sondern erst mit 65° beginne. Diese geringe Vorwärmung, meint Borchardt, sei doch zweckmässig, um ein Durchnässen der Verbandstoffe zu verhindern.

Er hat insofern recht, als bei einem so geringen Grade der Vorwärmung in der That eine Ueberhitzung nicht eintritt, wie aus folgendem, von mir angestellten Versuch, ersichtlich ist.

VII.

Versuch vom 10. VII. 02. Zimmertemperatur 23°. Barometerstand 752,5.

Zeit St.	Zeit M.	Temp. im Wasserkessel.	Temp. im Luftraum.	Temp. in der Gaze.
5	00	100°	68°	56°
5	01	„	70°	60°
		Der Dampfschlauch wird verbunden.		
5	02	100°	90°	75°
5	03	„	100°	100°
5	05	„	„	„
5	10	„	„	„
5	15	„	„	„
		Der Versuch wird abgebrochen.		

Eine Ueberhitzung des Dampfes war also nicht eingetreten.

Entschieden unrichtig ist aber die Vorstellung, dass die Verbandstoffe durchnässt werden. Eine gewisse vorhandene Feuchtigkeit beruht auf dem Dampfgehalt, der an der Luft in ganz kurzer Zeit verfliegt, sodass von der Notwendigkeit nachträglichen Trocknens, wie Schimmelbusch es noch verlangt, gar keine Rede

ist. Auch Borchardt hält dieses nachträgliche Trocknen für unnütz, und zwar desshalb, weil die Verbandstoffe durch die Vorwärmung bereits absolut trocken werden sollen.

Wie steht es aber nun damit, zeigen vorgewärmte oder nicht vorgewärmte Verbandstoffe nach der Desinfektion einen grösseren Dampfgehalt und damit eine grössere Feuchtigkeit?

Diese Frage lässt sich nur auf Grund genauer vergleichender Wägungen beantworten.

10 gr. Gaze wurden von mir in dem schon beschriebenen Apparat, der, um das Eindringen auch nur der geringsten Menge von Condenswasser in die Gaze zu verhindern, ganz mit Asbestpappe ausgekleidet war, auf 90° vorgewärmt. Es trat in der Gaze eine Temperatursteigerung bis 119° auf. Nachdem die Temperatur auf 100° gesunken war, liess ich die Gaze noch 10 Minuten im strömenden Dampf. Das Gewicht derselben nach dem Versuche betrug 14,7 gr. Nun machte ich einen zweiten Versuch ganz analog dem ersten, nur mit dem Unterschied, dass die Gaze nur auf 60° vorgewärmt wurde; eine Temperatursteigerung trat, wie zu erwarten, nicht ein. Die Gaze befand sich ebenfalls 10 Minuten im Dampf. Ihr Gewicht nach dem Versuch betrug 11,5 gr. Nun machte ich noch einen Versuch ganz ohne Vorwärmung, ich setzte einfach die 10 gr. Gaze 10 Minuten lang dem Dampfe aus. Das Gewicht betrug danach 10,9 gr.

Ich will das Ergebniss dieser Versuche noch einmal kurz zusammenfassen: die nicht vorgewärmte Gaze

hatte nur 0,9 gr. Dampf aufgenommen, die auf 60° vorgewärmte dagegen 1,5 gr. und die auf 90° vorgewärmte gar 4,7 gr. Also von einem Verhüten von Durchnässung durch die Vorwärmung kann keine Rede sein, denn wie aus diesen Versuchen hervorgeht sind die nicht vorgewärmten Verbandstoffe weniger dampffeucht, als die vorgewärmten.

Die Vorwärmung der Verbandstoffe ist also in jedem Fall zu verwerfen. Bei einer Vorwärmung bis zu 65° ist sie unnütz, denn die vorgewärmten Verbandstoffe zeigen einen grösseren Dampfgehalt, als die nicht vorgewärmten. Eine Vorwärmung aber über 65° ist direkt schlecht, denn der Dampf wird dadurch überhitzt und für die Sterilisation unbrauchbar gemacht.

In seiner schon einmal citirten Arbeit hat Borchardt noch einige Versuche über Vorwärmung veröffentlicht, auf die ich hier in aller Kürze eingehen möchte.

Der eine Versuch bestand darin, dass Watte 10 Stunden hindurch auf 180° erhitzt wurde, um sie wasserfrei zu machen. Er liess dann die Temperatur im Trockenschrank auf wenig über 50° sinken und leitete dann strömenden Dampf von 100° dazu. Die Temperatur in der Watte stieg nur auf 101,5°. Borchardt will mit diesem Versuch zeigen, dass die Ueberhitzung des Dampfes nicht nur eine Folge der hygroskopischen Sättigung ist, da sonst die Ueberhitzung bei einer so trockenen Watte eine viel grössere hätte sein müssen. Ich habe diesen Versuch nachgemacht, wobei ich freilich die Watte nur auf 160° erwärmte, aber wie sah trotzdem die Watte am Schluss desselben aus! Sie war braun-

gelb verfärbt, stark brandig riechend und zerfiel bei gelindem Reiben zwischen den Händen in Staub. Mit einem Wort — es war keine Watte mehr. Mit derartig veränderten Objekten aber Versuche anzustellen dürfte sich nicht empfehlen, es könnte leicht die Meinung hervorgerufen werden, die gewonnenen Resultate bezögen sich auf das intakte und unveränderte Objekt.

Ein weiterer Versuch Borchardt's bestand darin, dass er, um zu zeigen, dass stark angefeuchtete Gaze sich nicht überhitze, wenn sie auch noch so stark vorgewärmt werde, Gaze in siedendes Wasser steckte, dann schnell in den auf 95° vorgewärmten Desinfektionsraum brachte und nun den Dampf hinzuleitete. Eine Ueberhitzung sei dabei nicht eingetreten. Ich habe diesen Versuch nicht nachgemacht, denn das Resultat desselben ist doch nur selbstverständlich, weil Wasser unter gewöhnlichen Umständen nach einem altbekannten physikalischen Gesetz bei 100° siedet und nicht darüber.

Von grosser praktischer Bedeutung sind bei der Desinfektion ferner die Verbandstoffbehälter, die einmal dem Eindringen des Dampfes möglichst wenig Widerstand entgegen setzen, andererseits aber auch nach beendeter Desinfektion die Verbandstoffe vor nachträglicher Verunreinigung schützen sollen.

Die am häufigsten gebrauchten Verbandstoffbehälter sind wohl die von Schimmelbusch angegebenen. Es sind dieses cylindrische Blechgefässe mit festem Boden und festem Deckel; nur oben und unten befindet sich je eine Reihe kreisrunder Oeffnungen, die dem Eindringen des Dampfes dienen sollen und die nach been-

deter Desinfektion durch einen Metallstreifen verschlossen werden können, um gegen nachträgliche Verunreinigung gesichert zu sein.

In seiner Arbeit von 1901 stellte nun Braatz die Behauptung auf, dass die genannten Einsätze nicht zweckentsprechend konstruirt seien, und beschrieb gleichzeitig einen von ihm selbst angegebenen Verbandstoffbehälter, der seine Aufgabe in vollkommenerer Weise erfülle. Dieser letztere Behälter kommt mit heruntergeklapptem Deckel in den Dampf, welcher durch den siebartig durchlöcherten Boden einströmt. Um vor nachträglicher Berührung mit nicht desinficirten Gegenständen sicher zu sein, ist der Boden höher gemacht, als der untere Rand des Gefässes.

Mehrere angestellte Versuche sprachen zu Gunsten des Braatz'schen Behälters, denn der Dampf drang in denselben mehr als zweimal so schnell ein, als in die Schimmelbusch'schen Einsätze. Ausserdem standen die in den Schimmelbusch'schen Behälter gebrachten Maximalthermometer, eins oben und das andere in der Nähe des Bodens, nach 39 Minuten nur auf 96 °. „Es kann also leicht vorkommen" meint Braatz, „dass die Verbandstoffe als „steril" herausgenommen werden, bevor überhaupt die zur Sterilisation gewünschte Temperatur erreicht ist. Da liegt die Gefahr doch sehr nahe, dass beim Gebrauch der Schimmelbusch'schen Einsätze selbst nach $^3/_4$ Stunden die Verbandstoffe noch nicht vom siedenden Dampf durchdrungen sind und es ist durchaus nicht ausgeschlossen und gewiss manchmal passirt, dass Chirurgen mit ihren sterilisirten Gummi- oder Zwirnhandschuhen

unsterilisirte Verbandstoffe auf die Wunden gebracht haben.“ — In dem Behälter nach Braatz dagegen standen beide Maximumthermometer bereits nach 9 Minuten auf über 99 °.

Doch er sann darauf seine Einsätze noch zu verbessern. Versuche, in denen Verbandwatte ohne Einsatz frei dem strömenden Dampf ausgesetzt wurde, hatten gezeigt, mit welcher Schnelligkeit das Objekt vom Dampf durchdrungen wurde. Hierauf bezugnehmend konstruirte Braatz nun ein Drahtgestell, welches in seinen Verbandstoffbehälter derart hineinpasste, dass der untere Teil von der Wand des Behälters 2 cm. abstand, während er sich nach oben verbreiternd an den oberen Rand desselben anlegte. Wenn nun die Verbandstoffe in dieses Drahtgestell gebracht wurden, so musste der Dampf sie frei von allen Seiten durchströmen können, die Eindringungsdauer desselben musste also noch wesentlich abgekürzt werden.

Versuche, die Braatz nun mit diesem Einsatz machte, bestätigten seine Annahme vollkommen, denn das Contactthermometer klingelte in 2 Fällen nach $^1/_2$ Minute, im dritten Fall nach 1 Minute, während die Maximumthermometer nach 1—3 Minuten bereits die volle Siedetemperatur anzeigten.

Ich selbst habe auch derartige Versuche mit den Schimmelbusch'schen und den Braatz'schen Verbandstoffbehältern angestellt und komme ebenfalls zu dem Resultat, dass den letzteren der Vorzug gebühre. Ich benutzte die Braatz'schen Einsätze stets mit dem

von ihm angegebenen Drahtgestell.*) Als Objekt dienten jedesmal 115 gr. Watte. Ein Contactthermometer konnte ich entbehren, denn ich liess mir Thermometer mit besonders langem Hals anfertigen, welche bequem durch den Deckel des Sterilisators bis in die Mitte der Watte eingeführt werden konnten. Im Deckel des Schimmelbusch'schen Behälters hatte ich mir zu diesem Zweck eine Oeffnung machen lassen, die durch einen Kork verschlossen war, durch welchen das Thermometer in die Watte gesteckt wurde. Die Watte wurde jedesmal in ein Stück Nesseltuch eingeschlagen. Als Sterilisator benutzte ich den Koch'schen Dampftopf und den Lautenschläger'schen Apparat. Der erstere wurde mit einem dreifachen Bunsenbrenner, der letztere mit dem dazugehörigen Brenner geheizt. Ich führe hier nachstehend einige meiner Versuche an.

I. 115 gr. Watte im Braatz'schen Verbandstoffbehälter werden im Koch'schen Dampftopf sterilisirt. Derselbe ist gefüllt mit 4,5 Liter Wasser. Um 6 Uhr 29 Minuten siedet das Wasser und um 6 Uhr 30 Minuten zeigt das Thermometer in der Watte 100° an. Der Dampf war also im Laufe einer Minute in das Innere der Watte eingedrungen.

II. Genaue Wiederholung des eben angeführten Versuches. Bis zum Eindringen des Dampfes in das Innere der Watte vergehen in diesem Falle $1^1/_2$ Minuten.

*) Die Originaleinsätze von Braatz sind viereckig und einem schnellen Eindringen des Dampfes gegenüber noch günstiger. Zu meinen Versuchen benutzte ich, entsprechend den Schimmelbusch'schen Behältern, runde Einsätze.

III. 115 gr. Watte werden im Verbandstoffbehälter nach Schimmelbusch im Koch'schen Dampftopf sterilisirt. Um 7 Uhr siedet das Wasser und um 7 Uhr 15 Minuten zeigt das Thermometer in der Watte erst Siedetemperatur an. Die Eindringungsdauer beträgt also 15 Minuten.

IV. Genaue Wiederholung des vorigen Versuches. Vom Sieden des Wassers bis zum Eindringen des Dampfes in die Mitte der Watte vergehen ebenfalls 15 Minuten.

V. 115 gr. Watte werden im Behälter nach Braatz im Lautenschläger'schen Apparat sterilisirt. Derselbe ist mit 4,5 Liter Wasser gefüllt. Das Wasser siedet um 4 Uhr 10 Minuten. Das Thermometer in der Watte zeigt um 4 Uhr $11^1/_2$ Minuten 100^0 an. Die Eindringungsdauer beträgt also $1^1/_2$ Minuten.

VI. 115 gr. Watte werden im Schimmelbusch-schen Verbandstoffbehälter im Lautenschläger'schen Apparat sterilisirt. Das Wasser siedet um 5 Uhr 5 Minuten, das Thermometer in der Watte zeigt um 5 Uhr 21 Minuten Siedetemperatur an. Die Eindringungsdauer beträgt also 16 Minuten.

Fassen wir nun die erhaltenen Resultate kurz zusammen, so zeigte das Thermometer im Braatz'schen Behälter bei Benutzung des Koch'schen Dampftopfes in einen Fall nach 1 Minute, im andern nach $1^1/_2$ Minuten 100^0 an, während bei dem Schimmelbusch'schen Behälter in beiden Fällen 15 Minuten verstrichen, der Dampf also im Durchschnitt bei dem letzteren 12 mal mehr Zeit zum Eindringen brauchte, als bei dem ersteren.

Bei Anwendung des Lautenschläger'schen Sterilisators dauerte es etwa 11 mal so lange was aber nicht etwa zu Gunsten desselben spricht, da ich mit ihm nur zwei Versuche angestellt habe.

Jedenfalls sprechen alle Versuche deutlich für die Benutzung solcher Verbandstoffbehälter, bei denen dem Eindringen des Dampfes möglichst wenig Widerstand entgegengesetzt wird. Die von Braatz angegebenen Behälter sind also dem Schimmelbusch'schen vorzuziehen.

Borchardt hat nun zwar die letzteren dadurch verbessert, dass er oben und unten noch je eine Reihe von Oeffnungen angebracht hat, sodass der Dampf jetzt etwas schneller einströmt, aber noch immer nicht annähernd so schnell, wie bei den Braatz'schen Einsätzen. Um das Eindringen des Dampfes nun noch mehr zu beschleunigen, hat Borchardt einen Ueberdruck von $^1/_5$ Atmosphäre vorgeschlagen. Sehr treffend bemerkt Braatz dazu: „Ich halte es für praktischer und einfacher, an erster Stelle erst die Hindernisse fortzuräumen, welche die Construction der Verbandstoffeinsätze selbst dem Dampfe entgegenstellen. Dieses ist mir, wie die vorhin erwähnten Zahlen beweisen, in einem so hohen Grade bei meinen Einsätzen gelungen, dass der Dampf fast ebenso schnell eindringt, als wenn garkeine Einsätze angewandt wären, als wenn die Verbandstoffe frei von jeder Umhüllung in den Dampf gebracht wären. Mehr kann man von Verbandstoffeinsätzen nicht verlangen und ich habe dazu nicht erst den Ueberdruckdampf nötig gehabt, der die Construction des Sterilisators nur complicirter macht."

Ich komme zum Schluss noch einmal kurz auf die Anforderungen zurück, die Schimmelbusch an einen brauchbaren Desinfektionsapparat stellt: 1) Einströmen des Dampfes von oben her, 2) Vorwärmung der Desinfektionsobjekte, 3) Vorrichtungen für nachträgliches Trocknen der Verbandstoffe und 4) das Vorhandensein eines geringen Ueberdrucks.

Auf Grund der Resultate, die ich bei meinen Versuchen erhalten habe, kann ich diesen Anforderungen nicht zustimmen, sondern möchte sie, kurz zusammenfassend, dahin praecisiren:

1) Die Einströmungsrichtung des Dampfes von unten her in den Apparat ist der umgekehrten vorzuziehen, denn der von unten kommende Dampf giebt in Bezug auf Dampfreinheit ein besseres Resultat, als der von oben kommende. Die Heizquelle soll eine möglichst intensive sein.

2) Das Vorwärmen der Desinfektionsobjekte ist zu verwerfen, denn bei einer Vorwärmung bis zu 65° ist sie unnütz, da vorgewärmte Verbandstoffe dampffeuchter sind, als nicht vorgewärmte; bei einer Vorwärmung über 65° aber wird überhitzter, also für die Desinfektion unbrauchbarer Dampf erzeugt.

3) Vorrichtungen für nachträgliches Trocknen der Verbandstoffe sind unnütz, da es zu einer Durchnässung derselben überhaupt nicht kommt.

4) Das Vorhandensein eines geringen Ueberdruckes macht die Construction des Sterilisators nur complicirt

und verteuert denselben. Bei Anwendung zweckmässiger Verbandstoffbehälter kann ein Ueberdruck sehr wohl entbehrt werden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle Herrn Privatdocenten Dr. Braatz meinen aufrichtigsten Dank für seine liebenswürdige Unterstützung und seine Ratschläge bei der Abfassung dieser Arbeit auszusprechen.

Sämtliche zu meinen Versuchen benutzte Apparate und Instrumente verdanke ich ebenfalls der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Braatz.

Litteratur.

1. A. Bardeleben. „Ueber die Theorie der Wunden und die neuen Methoden der Wundbehandlung." 2 Vorträge gehalten 1872 und 1878.
2. v. Bergmann. Demonstrationen betreffend die aseptische Wundbehandlung. Aus den Verhandlungen des X. internat. med. Congresses zu Berlin, August 1890.
3. M. Borchardt. „Die Desinfektion unserer Verbandstoffe." Archiv für klin. Chirurgie. Bd. 65. Heft 2.
4. Braatz. „Grundlagen der Aseptik." Lehrbuch 1893.
5. „ „Die Therapie inficirter Wunden", Vortrag gehalten im August 1897 auf dem XII. internat. med. Congress zu Moskau.
6. „ „Zur Dampfdesinfektion in der Chirurgie". Münchener Medic. Wochenschrift No. 2 1901.
7. „ „Zur Dampfdesinfektion in der Chirurgie II." Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Oct. 1902.
8. v. Esmarch. „Die desinficirende Wirkung des strömenden überhitzten Dampfes." Zeitschrift für Hygiene. Bd. 4. 1888.
9. G. Fischer. „Kriegschirurgische Erinnerungen." Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 1. 1872.
10. Frosch und Clarenbach. „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes im Desinfectionsapparate". Zeitschrift für Hygiene. Bd. 9. 1890.
11. Lücke. Referat über Krönleins Statistik aus der Züricher Chirurgischen Klinik. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 1. 1872.

12. G. Neuber. „Die aseptische Wundbehandlung in meinen Privathospitälern.“ Kiel 1886.
13. v. Nussbaum. „Leitfaden zur antiseptischen Wundbehandlung.“ 1887.
14. Rubner. „Zur Theorie der Dampfdesinfektion.“ Hygienische Rundschau. August 1898 und April 1899.
15. Schimmelbusch. „Aseptische Wundbehandlung“. Lehrbuch 1892.
16. A. W. Schultze. „Ueber Listers antiseptische Wundbehandlung.“ Vortrag gehalten 1872. Erschienen 1873 in der „Sammlung klinischer Vorträge“ von R. Volkmann.
17. O. Tambayn. „Der Listersche Verband. Eine Uebersetzung von Originalartikeln Listers. 1875.
18. H. Teuscher. „Beiträge zur Desinfektion mit Wasserdampf.“ Zeitschrift für Hygiene. Bd. 9. 1890.
19. Vogel. „Ein neuer Desinfektionsapparat mit starkströmendem, gespanntem Wasserdampf, nebst Bemerkungen über die Bedeutung der Strömung, Spannung, Temperatur des Dampfes bei der Desinfektion.“ Zeitschrift für Hygiene. Bd. 19. 1895.

Vita

Geboren bin ich Karl Hermann Werner Konopka, evang.-luth. Confession, am 3./16. März 1877 zu Libau in Kurland.

Hier besuchte ich das Stadt-Gymnasium und ging dann im October 1894 an das Königliche Gymnasium zu Bartenstein in Ostpreussen, das ich im Februar 1897 mit dem Zeugniss der Reife verliess.

Vom April 1897 an studierte ich in Königsberg Medizin und bestand im Februar 1899 die ärztliche Vorprüfung. Für die Dauer des Sommersemesters 1899 ging ich nach Freiburg i. Br. und kehrte im Wintersemester wieder nach Königsberg zurück. Hier bestand ich am 18. Juni 1902 die ärztliche Prüfung und am 12. Dezember 1902 das Colloquium

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Docenten, denen ich hiermit meinen Dank sage:

M. Askanazy, Bezzenberger, Braatz, Braun, Bunge, Caspary, v. Eiselsberg, Garrè, Gerber, Hermann, Jaffe, Kraske, Kuhnt, Lange, Lichtheim, Lossen, Luerssen, Münster, Neumann, Pape, Pfeiffer, Rosinski, Schreiber, Stieda, Treupel, Winter, Zander, Ziegler.